

NUEVAS TECNOLOGÍAS: NUEVOS HORIZONTES EN LA VALORACIÓN DE INVERSIONES

David Camino Blasco¹

María José Álvarez Gil²

Universidad Carlos III de Madrid³

ABSTRACT

La emergencia y rápido desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y producción está cambiando las bases de la competencia internacional. La empresa española, como sus competidoras, ha de hacer frente a este nuevo contexto, siendo la automatización productiva una de las posibles vías de actuación a su alcance. La valoración y justificación de las inversiones a llevar a cabo está, por el momento, regida por los principios convencionales, no aplicables en numerosos casos a los nuevos activos a valorar, lo que lleva a retrasar la modernización y renovación de nuestro entorno industrial. Este trabajo pretende poner de manifiesto la necesidad de ampliar estos principios, así como de renovar el propio proceso de evaluación y justificación. Con tal fin, se ha efectuado una revisión detenida de la literatura internacional reciente y se proponen las bases para el desarrollo de nuevos enfoques.

Palabras claves: Sistemas de valoración de inversiones (VAN, TIR, Pay-Back), Tecnologías avanzadas de fabricación (AMTs), Teoría de carteras, Modelos de opciones estratégicas, Beneficios Intangibles, CAD/CAM, FMS, MRP2.

¹ Investigación parcialmente financiada por SEC93-0835-C02-01

² Investigación financiada parcialmente por SEC93-0835-C02-02 Y SEC93-0835-C02-01

³ Departamento de Economía de la Empresa. c/Madrid 126, 28903 Getafe, Madrid. Tfno:91 - 624-9643. Fax: 91 - 624-9875

1.-EVALUACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS, NO JUSTIFICACIÓN

El marco para la evaluación de los aspectos económicos vinculados a la inversión en nuevas tecnologías es distinto al empleado para su justificación. La diferencia esencial radica en cómo se determina la inversión a efectuar. Se comienza con un conocimiento del sistema como un todo, en el que las decisiones sobre tecnología no pueden quedar aisladas, en cuanto que ésta ayuda a conseguir los objetivos y métodos de la organización. Del mismo modo que sucede con otras funciones, el éxito que la tecnología pueda alcanzar dependerá del apoyo y participación de las restantes funciones.

Evaluar inversiones supone la utilización de un nuevo enfoque, distinto al habitualmente adoptado cuando se trata de la justificación de las mismas. Adopta una perspectiva integrada en lugar de un enfoque segmentado y pone su énfasis en comprender la necesidad de desarrollar una solución y no en la manipulación de los datos para obtener la aprobación de una inversión preconcebida. Este enfoque integrado va más allá de estudiar aisladamente inversiones diferentes en Investigación y Desarrollo (I+D), en Marketing o en los recursos productivos necesarios, promoviendo la consideración de todas las inversiones complementarias que la unidad de negocio ha de efectuar para conseguir sus objetivos específicos. Los nuevos productos, por ejemplo, influyen sobre todas las funciones de una unidad operativa, no sólo sobre Investigación y Desarrollo. Por ello, la inversión en nuevas tecnologías para fabricar nuevos productos debe tener en cuenta las necesidades de producción y de marketing.

Existen dos razones principales por la que las empresas utilizarán tecnología: mejorar su rendimiento financiero y reforzar su posición competitiva. Las demás razones son secundarias. Cuando surge una nueva tecnología, lo que interesa conocer es en dónde y cómo puede ser aplicada, no la cifra que supone. La automatización a efectuar, esto es, dónde, cómo y cuánto, es lo que importa. Las inversiones han de considerarse como actuaciones para crear el futuro y no como operaciones de salvamento. La evaluación económica de las inversiones en nuevas tecnologías no comienza, por tanto, con la justificación de la inversión, sino que ésta es la última etapa del proceso. Este proceso debe prestar atención a los siguientes factores:

-Conocimiento del negocio y de las necesidades futuras

El conocimiento del negocio requiere saber no sólo lo que la empresa desea alcanzar, sino también cómo espera alcanzarlo. Exige conocer las interrelaciones existentes entre los diferentes grupos funcionales y, por tanto, no limitarse a los aspectos financieros, sino también a los vínculos existentes entre Investigación y Desarrollo, fabricación y marketing. Fijar objetivos y metas puede ser un proceso relativamente simple, pero determinar cómo se ha de gestionar el proceso que permitirá alcanzar las metas requiere algo más que un toque de atención.

-Conocer las limitaciones de recursos

Todos los recursos de la empresa son interdependientes y esenciales para lograr las metas organizativas. El conocimiento del negocio debe prevalecer: éste debe ser tanto específico y detallado, como integrado, de modo que se puedan obtener los beneficios de la sinergia. Sea cual sea el recurso considerado, ha de prestarse atención a la disponibilidad, capacidad, limitaciones, historia del uso en el pasado, etc. Representan la calidad de la carretera por la que se circulará en el futuro y las paradas que habrán de producirse por mal funcionamiento y averías. Aunque todas estas consideraciones pueden parecer obvias, son pocas las entidades que analizan sus recursos en profundidad y actúan en concordancia con sus características.

-Análisis y síntesis de las necesidades de tecnología

El análisis de las necesidades de tecnología no debe conducir a la parálisis de la organización. Resulta imposible creer que cualquier organización rentable no mantiene una información y contabilización adecuada de sus tecnologías, tanto de las nuevas como de las ya obsoletas. Mientras que habrá que mantener y adquirir algunas de ellas, otras habrán de ser desechadas. Lo mínimo que se debe esperar es que, al menos Investigación y Desarrollo y Fabricación tengan esta información, habida cuenta de que entre sus obligaciones se puede citar la de conocer y comprender cuáles son las tecnológicas de la competencia. A pesar de ello, el eslabón perdido en todas las organizaciones es el conocimiento de la síntesis de las tecnologías requeridas por Investigación y Desarrollo, Fabricación y, en buena medida, Marketing. Esta síntesis tiene sus comienzos en las primeras etapas de la inversión en la tecnología necesaria para el diseño y desarrollo del concepto de un nuevo producto y no ha de esperar hasta que una fase esté completada para implicar a un nuevo grupo funcional. Si, por ejemplo, una entidad debe tomar una decisión estratégica para automatizar de forma extensiva el proceso productivo, es imposible ignorar su efecto sobre Investigación y Desarrollo. La automatización sólo es eficiente y eficaz cuando los productos se diseñan para ser fabricados en los nuevos equipos automatizados.

-Diseño del sistema de cambio y alternativas

Las empresas deberían comenzar por desarrollar un esquema con varias alternativas que tenga en cuenta las necesidades de negocio, la disponibilidad de recursos y el análisis y síntesis de las tecnologías requeridas, indicando qué aspectos y cómo necesitan ser examinados para poder desarrollar diferentes alternativas. La elaboración de los escenarios no es sencilla y ha de involucrar a todos aquellos que conocen las nuevas tecnologías, sus posibilidades y limitaciones. Es importante que las personas seleccionadas pertenezcan y representen a todos los grupos funcionales.

-Evaluación de alternativas

La evaluación económica comienza con la valoración de la credibilidad de la información y de las fuentes de información. Ello obedece a que, con independencia de la sofisticación alcanzada por los criterios de evaluación que se empleen, su éxito depende de la validez de la información utilizada. Esta validez suele depender, por otra parte, de la integridad de los agentes que estén interesados en la aprobación de la propuesta.

-Selección de la alternativa apropiada

Esta alternativa es la que mejor reúne los criterios empresariales preestablecidos, si bien es cierto que en raras ocasiones se cumplen todos los criterios.

2.-EL ENFOQUE ACTUAL DE LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES EN NUEVAS TECNOLOGÍAS

Como Meredith (1989) apunta, con las tecnologías convencionales las adquisiciones de equipos productivos han atendido básicamente a necesidades concretas de aumento de capacidad o reducciones de costes. En los casos de ampliación de capacidad, podía asumirse sin excesiva dificultad que los volúmenes superiores de producción que los nuevos equipos permitirían alcanzar posibilitarían la aparición de economías de escala y un aumento de las ventas y, en consecuencia, un mayor beneficio para la empresa. Bajo tales supuestos, la justificación de la inversión no debía revestir dificultades significativas. En el caso de las reducciones de costes, un análisis relativamente simple de los potenciales ahorros, corregidos por el valor del dinero en el tiempo, señalaba a los responsables de la inversión la conveniencia de la misma. Se asumía, es importante recordarlo, que la demanda del producto a fabricar sería alta y no disminuiría.

Sin embargo, las situaciones en las que actualmente se propone la automatización tienen poco o nada que ver con las circunstancias anteriores. Las inversiones en tecnología avanzada se plantean (1) como remedio a los problemas que las empresas han de afrontar para mejorar su servicio a los clientes, tales como reducción del tiempo de entrega, ampliación de la gama de productos, niveles superiores de calidad consistente, fabricación "personalizada", etc., junto a (2) la búsqueda de mejoras en la productividad, reducción de la complejidad en los talleres, y el mantenimiento y mejora de la competitividad empresarial. Estos objetivos, en su mayor parte de naturaleza estratégica, resultan sumamente difíciles de monetarizar, por lo que los criterios convencionales de valoración y justificación de servicios no parecen especialmente aptos como elementos de juicio para el proceso de toma de decisiones.

Es conveniente recordar que una de las principales características de las nuevas tecnologías productivas hace referencia a su potencial para la obtención de beneficios intangibles. Entre estos beneficios intangibles se suelen citar (Noori (1990), pág 205):

- *Aumento de la uniformidad de los productos*
- *Aumento de la capacidad para entrar rápidamente en nuevos mercados*
- *Aumento del fondo de comercio, generado por la nueva reputación adquirida por la empresa*
- *Sinergias con otros equipos*
- *Mejores programación y control de talleres*
- *Aumento de la flexibilidad que conduce a un aumento de las opciones estratégicas y a la reducción del riesgo de obsolescencia*

- *Mejor imagen de marca en el mercado como consecuencia de la mejor calidad de los productos*
- *Capacidad para responder con rapidez a los avances futuros de la tecnología*
- *Compensación de la adopción de tecnología de los competidores*
- *Mejora en la moral de los trabajadores*
- *Reducción de la necesidad de readiestramiento y formación*
- *Aumento de la utilización de equipos y mano de obra*
- *Reducción de las necesidades de gestión de y transporte de materiales*
- *Aumento de la disciplina en el proceso productivo*
- *Aumento de la seguridad*

Como es sabido, el cálculo de los costes y beneficios proporciona una vía para la justificación de las inversiones. Estos datos son necesarios para cualquier cálculo matemático de análisis de inversiones. El proceso suele basarse en la comparación entre costes y beneficios. Los métodos y procedimientos de la contabilidad actual tienen sus raíces en una era en la que la mano de obra directa suponía un coste clave en la producción. Estos principios se mantienen en la actualidad y tienen un impacto negativo sobre la adquisición de nuevas tecnologías. Aunque los contables reconocen esta inconsistencia, no se ha encontrado por el momento un mejor método para sustituir al actual. Ello no obsta para que se deban buscar nuevos procedimientos. Las inversiones de una organización rentable deben ser justificadas. El objetivo último es el de encontrar un método que tenga en cuenta los intangibles y sea capaz de convertirlos en tangibles. La mejora de la calidad, por ejemplo, suele ser considerada como un beneficio intangible, pero las disminuciones de costes alcanzadas con la mejora de la calidad son bien tangibles. Estas reducciones procederán, cuando menos parcialmente, de una inversión en tecnología. La satisfacción de los clientes, otro intangible, también puede convertirse en un beneficio tangible. Tanto el coste de perder un cliente como el de encontrar uno nuevo son costes reales. Lo mismo puede decirse de la rotación del personal. Puede cuantificarse cuánto cuesta encontrar y contratar un empleado eficaz de amplio potencial. Una gran parte de los beneficios intangibles puede ser cuantificada y "monetizada", si bien es obvio que este proceso requiere un alto grado de integridad y un importante esfuerzo de seguimiento, que posibilite la obtención del nivel de rendimiento deseable. El fracaso en la materialización de los intangibles tiene lugar cuando las organizaciones descuidan emprender los pasos que llevarán a la consecución de las reducciones de costes esperadas. Este fracaso tiene efectos perversos (Kaplan (1984)), en cuanto que supone que implícitamente se está otorgando a los intangibles un valor prácticamente nulo, se retrasa la adopción de las nuevas tecnologías y no se controla posteriormente la consecución de estos beneficios.

El objetivo primordial debería ser la determinación de los efectos de la inversión: las cifras sólo cuentan una parte de la historia. La implementación de la inversión seleccionada va a dar lugar a algo más que números y los analistas deben comenzar por prestar atención a la credibilidad e integridad de los valores estimados a priori y los obtenidos a posteriores.

A pesar de que los métodos de valoración y justificación contable-financieros "convencionales" infravaloran significativamente los beneficios potenciales de las nuevas tecnologías, ello no supone que pierdan su validez y utilidad. De hecho, algunas de estas técnicas pueden resultar especialmente útiles -dada su sencillez, claridad y necesidades mínimas de información- para la evaluación individual de equipos y maquinaria como los robots o las máquinas herramientas. Ello no obsta, sin embargo, para que todas las estimaciones hayan de buscar el mayor nivel de detalle y precisión posible, especialmente en lo que atañe a los costes asociados. Si, por el contrario, se trata de valorar inversiones en equipos que presentan una mayor integración, como es el caso de los sistemas CAD/CAM o FMS, así como sistemas integrados para la planificación y control de la producción como MRP2, la aplicación de los criterios convencionales ha de analizarse con detenimiento, a fin de que sus propias limitaciones no afecten al proceso de valoración de la adquisición de los equipos.

3.-LIMITACIONES DE LOS MODELOS CONVENCIONALES PARA LA VALORACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Con carácter general, puede decirse que todos los modelos de justificación de inversiones, sin excepción, presentan alguna deficiencia cuando se han de aplicar para la valoración de inversiones en nuevas tecnologías (Gaynor, 1991). Algunas de estas deficiencias son:

- *Carencia de diferenciación de la importancia estratégica de la inversión.*
- *Suposiciones no válidas inherentes al modelo.*
- *Suposiciones intrínsecas y extrínsecas sobre el negocio que no son válidas.*
- *Inadecuado ajuste entre el modelo y la inversión que se esté considerando.*
- *Falta de conocimiento por parte de los profesionales que usan el sistema de los parámetros de entrada.*
- *Problemas en la interpretación de los outputs del modelo.*

Descendiendo en el nivel de detalle, entre estas limitaciones aquéllas que más afectan a la valoración de la adquisición de nuevas tecnologías de fabricación son las relacionadas con la fijación de la tasa de descuento y la negligencia en la consideración de los beneficios intangibles. Diferentes evidencias empíricas coinciden en señalar que las empresas están fijando tasas de descuento excesivamente altas, que no reflejan el auténtico coste del capital, sino que más bien responden al deseo de una mayor cobertura ante el riesgo⁴.

⁴ Pueden consultarse a este respecto los trabajos de Hill y Dimnik (1985), Lefley y Whar-ton (1993) o Tayles y Drury (1993)

⁵ Para una mayor información sobre esta cuestión y, concretamente, para el caso español, puede consultarse el trabajo de Fernández Steinko (1992)

Esta práctica resulta claramente inadecuada si tiene presente que la introducción de nuevas tecnologías no significa necesariamente un encarecimiento del coste de capital, sino que, todo lo contrario, pueden producirse descensos en el mismo. Este descenso suele estar provocado por la mayor flexibilidad proporcionada por las nuevas tecnologías, que puede traducirse en un menor riesgo de obsolescencia técnica y una mayor capacidad para ampliar la gama de productos a un coste razonable.

Son varios los autores⁶ que coinciden en señalar que la estimación de la tasa de descuento debería tener en cuenta que la inversión en nuevas tecnologías suele obedecer a motivos estratégicos, relacionados con el mantenimiento y mejora de la situación competitiva de la empresa. La información relevante a recabar sobre cada proyecto de inversión estará, por tanto, vinculada, a la medida en que el proyecto coadyuve a la consecución de esos objetivos y no cuál será su coste o cómo será la composición de los fondos financieros a emplear. Se suele asumir con relativa frecuencia que la cuota de mercado se mantendrá constante sin necesidad de invertir en nuevas tecnologías. Esta suposición es poco realista, en cuanto que asume que los competidores tampoco realizarán inversiones en nuevas tecnologías destinadas a mejorar la eficiencia de su competencia. Adicionalmente, una empresa que no invierta en tecnología, sólo logrará mantener su cuota de mercado mediante sucesivas reducciones en los precios de sus productos, hecho que indica lo incorrecto acerca de sus suposiciones sobre el status quo del mercado, en cuanto que sus ingresos por ventas serán inferiores a los estimados. De hecho, la base más adecuada para la comparación sería la de asumir que la cuota de mercado descenderá si no se llevan a cabo las nuevas inversiones⁷. La repercusión estratégica de la inversión sugiere la conveniencia de tener como referencia obligada el entorno financiero en el que opera el sector industrial al que la empresa en cuestión pertenezca. Así, cada empresa, para determinar su tasa de descuento, debería estimar:

- *el coste de capital de sus principales competidores*
- *el coste de capital que habrá de afrontar en el futuro si sus competidores adquieren la nueva tecnología*
- *capacidad futura de negociación del coste de capital tras efectuar la inversión en nueva tecnología.*

Por lo que respecta al olvido de los beneficios intangibles, no sólo no se suelen valorar los mencionados anteriormente, sino que, como Meredith y Camm (1989) señalan, tampoco se presta atención a las sinergias logradas con la integración de las islas de automatización mediante una base de datos común, las situaciones de complementariedad que se generan entre las tecnologías avanzadas y otras variables organizativas, el fuerte efecto aprendizaje de las nuevas tecnologías o las interacciones entre sinergias y aprendizajes.

6 Para un estudio más detallado de esta cuestión puede acudir a Alvarez Gil (1992), (1993a), (1993b)

7 Esta afirmación es válida para aquellas entidades que ya hayan intentado mejorar sus procesos productivos por vías diferentes a la adquisición de nuevas tecnologías. La automatización no es la clave del éxito si no va acompañada por una serie de medidas previas.

Al desconsiderar esta segunda limitación de los criterios convencionales, el proceso de evaluación, que debería reflejar el enfoque escalonado que conducirá posteriormente a la autorización o denegación del proyecto, no refleja nada. No se parte de datos agregados que se van desagregando secuencialmente, sino que se van presentando porciones de un proyecto total. Las empresas caen en la trampa de invertir únicamente en aquellos pequeños proyectos que conduzcan a pequeñas mejoras incrementales, que generan beneficios a corto plazo fácilmente cuantificables y que dan lugar a valores actuales netos positivos. Estas pequeñas inversiones pueden consumir los fondos que de otro modo podrían destinarse a la adquisición de un proyecto de mayor envergadura y potenciales beneficios estratégicos que, en el medio y largo plazo permitiría alcanzar un valor actual neto claramente superior al resultado de la suma de los reducidos valores proporcionados por el conjunto de pequeñas inversiones. Es relativamente fácil caer en esta trampa porque:

- *la teoría convencional señala que se puede acometer cualquier proyecto con un valor actual neto positivo,*
- *numerosas empresas tiene fácil acceso a fondos limitados para efectuar inversiones menores, pero les es muy difícil obtener sumas cuantiosas de fondos,*
- *las grandes inversiones requieren normalmente ser informadas por el conjunto de los departamentos de la organización, lo que lleva a que se soslaye su consideración bajo la excusa del enorme esfuerzo que conlleva la recogida de los informes, y*
- *las grandes inversiones puede eliminar del escenario pequeñas inversiones incrementales que, si bien no han generado ningún beneficio claro, interesan de manera especial a grupos de poder dentro de la empresa.*

El desplazamiento de beneficios tangibles hacia intangibles, tal como el originado por la adopción de nuevas tecnologías productivas, genera un cambio en las bases del proceso de decisión desde la formulación matemática (sostenida por elementos cuantitativos) hacia la aplicación de juicios intuitivos, fundamentados en información cualitativa. Los directivos modernos que ponen toda su confianza en los métodos cuantitativos pueden estar infravalorando el valor de la reacción intuitiva en los aspectos relacionados con las inversiones empresariales. La inversión en tecnología requiere un juicio y este requiere un conocimiento. La reacción intuitiva no tiene porqué ser un método irracional. El buen uso de la intuición se basa en un perfecto conocimiento del negocio y la industria a la que pertenece, por lo que no es una tarea sencilla que se pueda acometer de la noche a la mañana. Implica asimismo la habilidad de saber cuándo no debe realizarse una inversión debido a las condiciones desfavorables del entorno o a las cambiantes necesidades del mercado.

8 Como Martínez Sánchez (1993) señala, las empresas españolas que han adoptado nuevas tecnologías, han prestado una importante atención a los criterios cualitativos y, según manifestaciones de las mismas empresas, la adquisición fue considerada en numerosas ocasiones un "acto de fe".

Los sistemas expertos pueden reunir esta intuición y ayudar a los analistas a seleccionar las tecnologías que permitirán la progresiva renovación de los sistemas manufactureros. Su enfoque combina el proceso heurístico de toma de decisión de los expertos económicos, con los modelos cuantitativos. Por ahora su ámbito de aplicación es muy reducido, limitándose básicamente a la valoración de la sustitución de tecnología empleada en sistemas de ensamblaje. No debe olvidarse que, por el momento, su uso conlleva algunos convenientes: uno de ellos es que se basan en datos del pasado y se asume que el futuro se comportará como el pasado. Este es un grave inconveniente porque las inversiones en tecnologías son para el futuro y el sistema debería reunir y considerar alguna información sobre éste.

4.- DISTINTOS MODELOS DE JUSTIFICACIÓN PARA DISTINTOS NIVELES DE AUTOMATIZACIÓN E INTEGRACIÓN

Conforme mayor sea la automatización que se pretenda adquirir, mayor será su repercusión sobre las diferentes áreas funcionales de la empresa, hecho suficientemente reconocido por las entidades manufactureras y de servicios y que lleva a que se recomiende la involucración en el proceso de agentes representativos de las diferentes áreas y niveles jerárquicos de la empresa, así como a que se empleen diferentes técnicas de valoración a aplicar en función del tipo de nueva tecnología que se desee adquirir.

Así, además de los criterios tradicionales, se sugiere que para la valoración de un conjunto de equipos individuales o "aislados", se empleen las técnicas basadas en los fundamentos de la teoría de carteras. Como es sobradamente conocido, los métodos como VAN o TIR proporcionan una información adecuada para comparar pares de inversiones, más que para proporcionar inputs objetivos para el proceso de toma de decisión en lo que se refiere a una inversión concreta sobre una base temporal variable y dinámica. Puede decirse por tanto que no son particularmente útiles para expresar el impacto que una inversión tendrá sobre la empresa. En relación a índices como ROI, que miden la rentabilidad de una inversión como el cash-flow incremental anual sobre la inversión media, lo que persiguen es determinar los resultados de la inversión en comparación con la tasa requerida mínima establecida por la empresa. Además de la dificultad en la estimación de esta tasa, estos métodos favorecen las inversiones que proporcionan una cierta rentabilidad en los primeros ejercicios, penalizando consiguientemente las inversiones en nuevas tecnologías, cuyos resultados no suelen ser observables en el corto plazo⁹. Los métodos como el plazo de recuperación proporcionan otra alternativa. Esencialmente se trata de estimar el tiempo necesario para recuperar las salidas de caja iniciales que provoca la inversión uno de los puntos débiles de este método es que no considera aquellos cash-flows que se generan más allá del punto muerto. Esto indica que se presta más atención a la definición que a la determinación del verdadero valor de la inversión.

⁹ Las evidencias empíricas muestran que los resultados alcanzados con la introducción de robots no comienzan a ser observables hasta tres años después de su adquisición. Por lo que se refiere a los equipos FMS, es necesario un mínimo de cuatro años

Mediante la aplicación de los principios de la cartería de cartera, las perspectivas se ampliarían y los criterios empleados no se limitarían, necesariamente, a los económicos. La técnica que se seleccione indicará cómo ha de procederse y la combinación de criterios a seguir. Entre las técnicas a aplicar se encuentran los modelos de programación, los de ponderación y los de opciones de crecimiento. El Cuadro 1 recoge una breve descripción de su aplicación.

Un mayor grado de integración de las tecnologías a adquirir, como, por ejemplo, la adquisición de un sistema CAD/CAM -en el que los beneficios del uso de una base de datos compartida pueden extenderse a múltiples campos, se minimizan los costes y errores humanos y se logra una mayor consistencia de productos y procesos-, requerirá un enfoque de valoración de la inversión distinto al anterior. En estos entornos, los beneficios intangibles cobran cierta relevancia. Estos beneficios, vinculados estrechamente a la aparición de sinergias, complementariedades y efectos aprendizaje, añaden ventajas a las empresas, pero también pueden entrañar graves problemas. Si se presentan problemas en un área, rápidamente se difunden por la organización, pudiendo llevar a la interrupción del proceso productivo. Dado este riesgo adicional, estos sistemas integrados demandan para su valoración la utilización de métodos que incluyan el análisis del riesgo y la búsqueda de alguna vía para su eliminación. Dos son las aproximaciones de mayor uso: el análisis del valor y el análisis del riesgo.

Modelos de programación	Modelos de ponderación	Modelos de opciones de crecimiento
<p>Los más usados son la programación lineal, por objetivos, y en números enteros.</p> <p>En un caso típico de programación lineal, la función objetivo podría ser la minimización de costes, sujeta a restricciones de productividad, capacidad, mix de productos, etc.</p> <p>Si se emplea la programación en números enteros, cada posible inversión sería designada por una variable 0-1 y una de las restricciones sería la disponibilidad de fondos para invertir. La solución indicaría las inversiones aconsejables en función de la disponibilidad financiera.</p> <p>En la programación por objetivos, algunos de los criterios serían designados objetivos a alcanzar, mientras que otros actuarían como restricciones. Así, los valores económicos pueden ser minimizados o maximizados, siendo posible la inclusión de otros objetivos como tiempo de entrega, calidad, mix de productos, etc.</p>	<p>Existe una amplia gama de estos modelos, cuya sofisticación puede aumentar o disminuir según las necesidades, permitiendo siempre la inclusión de varios criterios además de los económicos.</p>	<p>Esta modalidad se ha adoptado directamente de las teorías y modelos de opciones en el mercado de capitales. Las inversiones de automatización son consideradas opciones de una cartera y se tienen en cuenta las posibilidades que ofrecen las distintas opciones para obtener beneficios en el caso de ser llevadas a cabo. Por ejemplo, las inversiones actuales en equipos "aislados" pueden permitir posteriormente la instalación de un sistema CIM o permitir la utilización de piezas automatizadas más sofisticadas que den lugar a una singular fortaleza competitiva. A través del concepto de opciones de crecimiento se pueden incluir las potenciales ventajas futuras esperadas de la inversión, frente a su precio de adquisición. Una importante ventaja de estos modelos es que reconocen explícitamente el peligro futuro asociado a no invertir en el presente.</p>

Cuadro 1: Técnicas complementarias para la valoración de inversiones en equipos individuales o aislados.

En relación al análisis del valor (Keen (1981)), consiste en la minimización del riesgo de la automatización a través de la descomposición de los componentes de éste en dos etapas: en la primera se lleva a cabo una fase de prueba o estudio piloto, a partir de cuyos resultados se estima o desestima la realización de la segunda fase. Este análisis, eminentemente práctico, difiere del enfoque de los estudios de factibilidad, de carácter claramente teórico. Por lo que respecta a la aplicación del análisis del riesgo a este contexto, la primera aportación se debe a Hertz y Thomas (1983) y considera el riesgo en la formulación del análisis del propio proyecto, sin necesidad de acudir a experiencias piloto. Esta técnica se fundamenta en la simulación para la elaboración de las distribuciones de probabilidad de los factores que

afectan a los costes, beneficios y riesgos del proyecto de inversión en nuevas tecnologías. Las ventajas de esta técnica son múltiples. En primer lugar, dada la necesidad de partir de una distribución de probabilidad del riesgo, todos los elementos que le afecten han de ser identificados. En segundo lugar, es posible realizar numerosas medidas de costes y beneficios y los resultados de la simulación incluirán la probabilidad de no conseguir un valor predeterminado de los mismos. Otra ventaja es que puede acudirse a las reglas de dominancia estadística para separar los proyectos más convenientes de los menos deseables. Por último, este proceso emplea una aproximación analítica, de aplicación más sencilla y menor coste que la experimentación o los estudios piloto.

Cuando se trata de inversiones que implican el mayor nivel de integración, hay que prestar una atención especial a las cuestiones de índole estratégica. Es por ello que se deban emplear metodologías de valoración que recojan esta dimensión. Todos los modelos y técnicas comentados desempeñan un papel importante en este contexto, puesto que los factores económicos, cualitativos y de riesgo, han de ser considerados aunque el factor predominante sea la consecución del objetivo estratégico. Hay que tener presente que las inversiones que respondan a motivos estratégicos sólo podrán ser justificadas si la estrategia de la empresa está bien definida y documentada, haciendo referencia explícita al empleo de tecnología avanzada y a los objetivos que se pretenden alcanzar mediante el uso de la misma. Para la valoración y justificación de inversiones de este tipo suelen tenerse en cuenta, entre otros factores, la relevancia de la adquisición desde el punto de vista técnico, los objetivos empresariales, la ventaja competitiva que permitirá alcanzar y la inclusión de la inversión dentro de la categoría de actuaciones incluidas en el programa de investigación y desarrollo de la empresa. Es preciso, por tanto, acudir a un enfoque multidisciplinar, que involucre a todas las áreas funcionales y niveles jerárquicos organizativos en el proceso de valoración.

La figura 1 ilustra una propuesta de posible metodología a seguir.

4. A MODO DE RESUMEN

La inversión en tecnología no puede estar limitada por la justificación contable. Cambiar la aproximación mental y los procesos de pensamiento asociados a la inversión tecnológica es mucho más importante que la generación de cifras. Es importante reconocer, además, que las inversiones que se efectúen en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías de proceso requerirán inversiones adicionales si los resultados de la inversión pueden transferirse después a la generación de mejores productos o servicios.

Las líneas maestras más adecuadas para tomar decisiones de inversión en nuevas tecnologías productivas han de partir de las consideraciones siguientes:

- Es imprescindible que se conozcan y comprendan las alternativas posibles a la inversión analizada desde el punto de vista del negocio en su conjunto. La incertidumbre forma parte de cada decisión, por lo que las alternativas deben ser consideradas atendiendo a su impacto a medio y largo plazo.

- La empresa ha de perseguir la adquisición de un conocimiento "experto" de sus recursos disponibles y sus necesidades adicionales.
- Deben delimitarse lo más claramente posible aquellos beneficios que se pueden alcanzar si se lleva a cabo la inversión, determinando las consecuencias asociadas a invertir y no invertir.
- Durante el proceso de valoración han de considerarse todas las tecnologías y factores que pueden afectar a la inversión, tanto si se dispone de experiencias previas como si se carece de ellas.
- Ha de justificarse lo que sea realmente justificable, no cuestiones preconcebidas que puedan parecer atractivas. El rigor debe presidir el proceso.
- Es fundamental determinar el nivel mínimo de inversión inicial que ha de efectuarse hasta que se empiecen a obtener los primeros resultados. Las posteriores inversiones adicionales también deben ser estrechamente vigiladas.
- La decisión de invertir o no hacerlo debe tomarse en base a las necesidades del negocio y no limitarla a las prescripciones del dictamen contable-financiero.
- El criterio de valoración y posterior justificación de la inversión debe establecerse antes de comenzar el proceso y no durante éste.
- Los diferentes tipos de tecnologías productivas ejercen diferentes efectos sobre la marcha de la empresa, pero también precisan de distintos esfuerzos organizativos para alcanzar niveles de integración variados. Estas características han de ser tenidas en cuenta al seleccionar la técnica o criterio de valoración y justificación a emplear.
- La evaluación económica "mental" necesita estar presente en todas las discusiones y desde el principio de la formulación del proceso de valoración. Las deliberaciones deben partir de situaciones factibles, lo que implica que debe actuarse desde el conocimiento de las auténticas restricciones financieras, presentes y futuras, lo mismo que las propias limitaciones técnicas o del producto o servicio a generar.

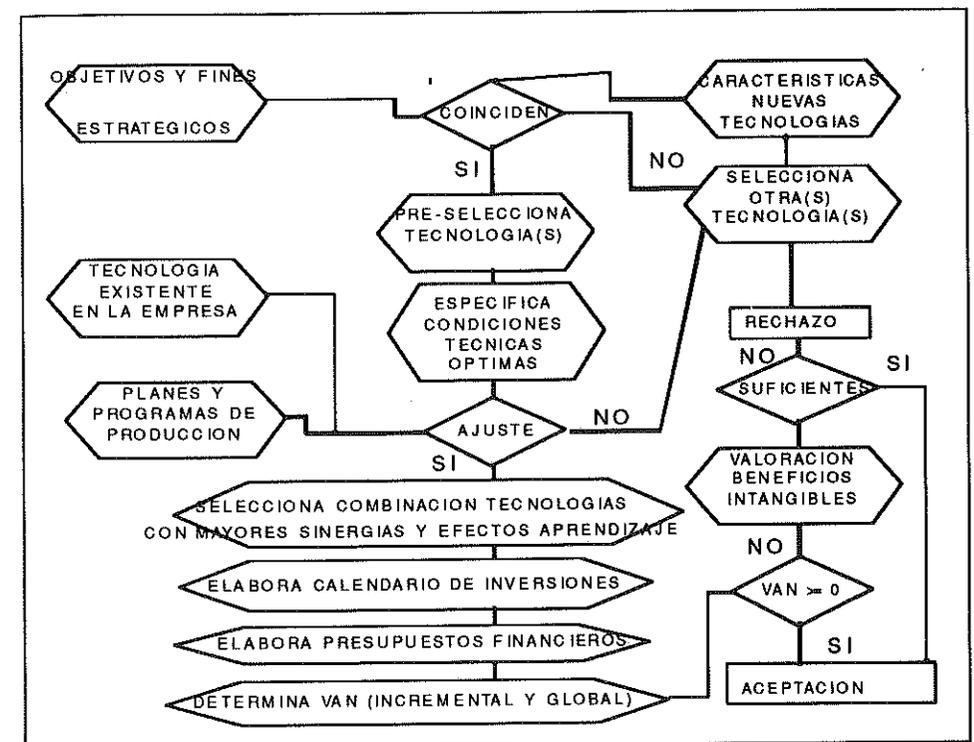


Figura 1: Una propuesta de metodología

REFERENCIAS:

-Alvarez Gil M.J. (1993a): "La evaluación y selección de proyectos de inversión en tecnologías avanzadas de fabricación (AMTs): tendencias recientes y propuesta de una metodología". *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa* Vol 1, Nº 3, 39-54.

-Alvarez Gil M.J. (1993a): "Los sistemas de información y las nuevas tecnologías productivas". En: Carmona S. (compilador): *Cambio tecnológico y contabilidad de gestión*. Publicaciones del Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas (ICAC). Ministerio de Economía y Hacienda. págs 243-270.

-Alvarez Gil M.J. (1993b): "Repercusiones Económicas y Financieras de la Fabricación Flexible: bases para su determinación". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*. 77/22, 899-918.

-Alvarez Gil M.J. y Camino D. (1993): "Valoración de opciones estratégicas y decisiones de inversión en capital-riesgo". En *Proceedings del I Foro de Finanzas*. Universidad de Sevilla. Publicaciones del Departamento de Economía Financiera y

Dirección de Operaciones. Sevilla, Noviembre 1993.

-Fernández Steinko A. (1992) "EL sector español de bienes de equipo mecánicos" *Economía Industrial* Julio/Agosto, 137-146.

-Gaynor G.H. (1991) "Achieving the Competitive Edge through Integrated Technology Management. McGraw-Hill, Inc. 165-186.

-Hertz D.B. y Thomas H. (1983) "Risk analysis and its applications" New York, Wiley.

-Hill N. y Dimnik T. (1985) "Cost Justifying New technologies". *Business Quarterly*, Winter, págs. 91-96.

-Jaikumar R. (1986) "Post Industrial Manufacturing". *Harvard Business Review* Nov/Dec., 69-76.

-Kaplan R.S. (1984) "Yesterday's Accounting Undermines Production". *Harvard Business Review*, 62/4, págs. 95-101

-Keen P.G.W. (1981) "Value Analysis: Justifying Decision Support Systems" *MIS-Quarterly*, March, págs 1-5.

-Lefley F. y Wharton F. (1993) "Advanced manufacturing technology investment appraisal: A survey of UK manufacturing companies". *Proceedings of the 4th International Production Management Conference*. London, págs 369-382.

-Martínez Sánchez A. (1993) "La adopción de robots y sistemas de fabricación flexible en España". *Boletín Económico del ICE* N° 2369, 1347-1356.

-Meredith J.R. (1986) "Justifying New Manufacturing Technology" Norcross GA: Industrial Engineering and Management Press.

-Meredith J.R. (1989) "The Economics of Investment in Automation". En Wild R. (ed.) *International Handbook of Production and Operations Management* Casell Educational Limited, London. págs 237-256.

-Meredith J.R. y Camm J. (1989) "Modelling synergy and learning under multiple advanced manufacturing technologies" *Decision Sciences*, 20, 259-271.

-Noorie H. (1990) "Managing the Dynamics of New Technology: Issues in Manufacturing Management" Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

-Tayles M. y Drury C. (1993) "New Manufacturing Technologies and Management Accounting Systems: some evidence of the perceptions of UK management accounting practitioners". *Proceedings of The International Seminar on Manufacturing Accounting Research* Eindhoven, The Netherlands, May 16-19, Paper n° 16.